

Docket No.: E-40559

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : ROLF BRÜCK
Filed : Concurrently herewith
Title : METHOD AND DEVICE FOR REGULATING THE
TEMPERATURE RANGE OF AN NO_x ACCUMULATOR IN AN
EXHAUST SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE



CLAIM FOR PRIORITY

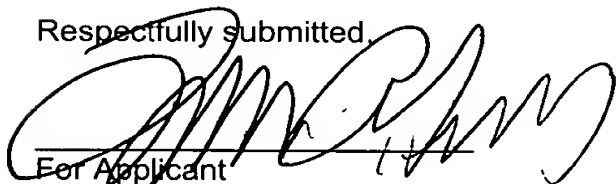
Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119,
based upon the German Patent Application 197 46 658.3 filed October 22, 1997.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted
herewith.

Respectfully submitted,


For Applicant

LAURENCE A. GREENBERG
REG. NO. 29,308

Date: April 24, 2000

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kc



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Bescheinigung



Die Emitec Gesellschaft für Emissionstechnologie mbH in Lohmar/Deutschland und die Audi AG in Ingolstadt/Deutschland haben eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren und Vorrichtung zur Regelung des Temperaturbereiches eines NOx-Speichers in einer Abgasanlage eines Verbrennungsmotors"

am 22. Oktober 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Symbole F 01 N und F 01 P der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 11. September 1998
Der Präsident des Deutschen Patentamts

Im Auftrag

Aktenzeichen: 197 46 658.3

Emitec Gesellschaft für
Emissionstechnologie mbH

22. Oktober 1997
E40559 KA/Le/uj1

5 Audi AG

10 Verfahren und Vorrichtung zur Regelung des Temperaturbereiches eines
NOx-Speichers in einer Abgasanlage eines Verbrennungsmotors

15

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur
Regelung des Temperaturbereiches eines NOx-Speichers in einer Abgasanlage
zum Reinigen eines Abgasstromes einer Verbrennungskraftmaschine. Die
20 Erfindung ist insbesondere bei der Reinigung eines Abgasstromes eines
Diesel- oder eines Magermotors zum Abreinigen von im Abgas vorhandenen
Stoffen wie unverbrannten Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid und Stick-
oxiden einsetzbar.

25 Ein zunehmendes Umweltbewußtsein und eine dieses Umweltbewußtsein
reflektierende strenger werdende Abgasgesetzgebung erfordern eine noch
stärkere Reduzierung von Abgaskomponenten, welche im Abgas einer Ver-
brennungskraftmaschine enthalten und als schädlich eingestuft sind. Üblicher-
weise wird in gegenwärtigen Kraftfahrzeugen ein Dreiwege-Katalysator
30 eingesetzt, mittels welchem Kohlenmonoxid (CO), unverbrannte Kohlenwas-
serstoffe (HC) und Stickstoffoxide (NOx) in unschädliche Bestandteile umge-
setzt werden.

In der EP 0 298 240 B1 ist beschrieben, daß bei den bekannten Abgaskata-
35 lysatoranlagen über die Ermittlung des Restsauerstoffgehaltes im Abgas

mittels einer Sauerstoff-Sonde, über die Ermittlung des Temperaturprofils am Katalysator und über die Ermittlung der bei der katalytischen Reaktion freiwerdenden Wärmemenge auf das Abgasverhalten der Verbrennungskraftmaschine geschlossen werden kann.

5

Beim Betrieb und vor allem während der Kaltstartphase fallen bei einer Verbrennungskraftmaschine Schadstoffe an. Daher ist es erforderlich, Katalysatoren im Abgasstrang einer Verbrennungskraftmaschine vorzusehen. Dies ist beispielsweise aus der EP 0 628 134 B1 bekannt. Des weiteren ist aus der
10 EP 0 485 179 bekannt, Adsorber zur Speicherung von während der Kaltstartphase anfallenden unverbrannten Kohlenwasserstoffen zu verwenden, die bei betriebsbereitem nachgeschaltetem Katalysator wieder abgegeben werden.

Bei stationären Verbrennungskraftmaschinen gilt in Deutschland die TA-Luft.
15 Die Verringerung der Stickoxidemissionen aus dem Abgas von Verbrennungskraftmaschinen wird bei stationären Anlagen häufig mittels Harnstoff realisiert.

Bei Verbrennungskraftmaschinen für Kraftfahrzeuge ist dies nicht möglich,
20 und zwar unter anderem wegen des dafür mitzuführenden Tanks und wegen dessen Gewichts. Insbesondere bei Nutzfahrzeugen ist es bekannt, eine Abgasrückführung mit rückgeköhlten Abgasen durchzuführen. Auch ist es bekannt, durch Wassereinspritzung die NOx-Emissionen zu reduzieren. Des weiteren ist es bekannt, die NOx-Emissionen dadurch zu verringern, daß
25 diese zunächst in einem NOx-Speicher zwischengespeichert werden, aus welchem diese dann durch gezielte Reaktionen mit unverbrannten Kohlenwasserstoffen zu Stickstoff reduziert werden, d.h. daß dadurch den NOx-Bestandteilen der Sauerstoff entzogen wird.

Der normale Betriebstemperaturbereich, innerhalb dessen derartige NOx-Speicher zuverlässig arbeiten, liegt zur Zeit bei ca. 150 °C bis 500 °C, wobei eine Erhöhung der oberen Temperatur auf z.B. 700 °C durch neue Beschichtungen angestrebt werden. Oberhalb einer Maximaltemperatur von zur
5 Zeit 800 °C werden NOx-Speicher geschädigt, so daß solche Temperaturen in jedem Falle vermieden werden müssen. Derartige NOx-Speicher sind im Abgassystem in der Regel hinter einem ersten Katalysator angeordnet. Die im ersten Katalysator ablaufende Reaktion insbesondere der Kohlenwasserstoffe mit Sauerstoff ist exotherm, so daß bei der im Katalysator stattfindenden
10 Reinigung des Abgases dem Abgas ein Wärmestrom zugeführt wird. Da der NOx-Speicher erst bei einer Temperatur von ca. 150°C seine minimale Betriebstemperatur erreicht, ist es wünschenswert, vor allen Dingen im Hinblick auf das Kaltstartverhalten einer derartigen Abgasreinigungsanlage, den NOx-Speicher so dicht wie möglich hinter dem ersten Katalysator
15 anzuordnen. Im Vollastbetrieb der Verbrennungskraftmaschine werden bei der im ersten Katalysator stattfindenden exothermen Reaktion Abgastemperaturen nach dem Katalysator erreicht, welche im Bereich von oder über 1.000°C liegen können. Bei diesen Vollastbedingungen ist es daher wünschenswert, den NOx-Speicher möglichst weit hinter dem ersten Katalysator anzuordnen,
20 um zu gewährleisten, daß die Temperatur des NOx-Speichers auch unter diesen Vollastbedingungen nicht über ca. 800°C steigt. Beide Bedingungen widersprechen sich.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren bzw.
25 eine Vorrichtung zu schaffen, welche insbesondere bei Diesel- und Magermotoren im Abgas vorhandene Stoffe wie unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid und Stickoxide während aller Lastbedingungen der Verbrennungskraftmaschine möglichst weitgehend entfernen, eine thermisch bedingte Schädigung eines im Abgassystem angeordneten NOx-Speichers vermeiden
30 und eine rasche Betriebsbereitschaft nach Kaltstart gewährleisten.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1. bzw. 11 sowie durch eine Abgaskatalysatoranlage mit den Merkmalen gemäß Anspruch 14. gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen angegeben.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren dient dem Reinigen eines Abgasstromes einer Verbrennungskraftmaschine. Erfindungsgemäß wird bei dem Verfahren aus dem Abgasstrom vor einem NOx-Speicher, welcher auch als NOx-Adsorber bezeichnet wird, ein Wärmestrom mittels eines Wärmeübertragers in Abhängigkeit vom Betriebszustand von der Verbrennungskraftmaschine abgeführt. Der Wärmeübertrager ist vor allen Dingen während der Kaltstartphase nicht in Betrieb um ein rasches Erreichen der Betriebstemperatur des NOx-Speichers in Höhe von mindestens ca. 150°C zu unterstützen. Je stärker bei ansteigender Last der Verbrennungskraftmaschine die exotherme Reaktion des im Abgasstrang angeordneten ersten Katalysators wirksam wird, desto stärker wird die Kühlleistung des zum Abführen des Wärmestroms erforderlichen Wärmeübertragers vor dem NOx-Speicher, so daß zuverlässig während des gesamten Betriebs der Verbrennungskraftmaschine gewährleistet wird, daß die Temperatur des NOx-Speichers 800°C nicht übersteigt und/oder sich in einem vorgebbaren Temperaturbereich befindet. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Reinigen eines Abgasstromes einer Verbrennungskraftmaschine dient somit der Betriebssicherheit oder auch der Erhöhung der Lebensdauer des NOx-Speichers. Damit wird über den gesamten Lastbereich der Verbrennungskraftmaschine ein zuverlässiges Reinigen des Abgasstromes realisiert. Generell kann der Wärmeübertrager so gestaltet sein, daß er allein aufgrund seiner Bauart bei niedrigen Temperaturen wenig Wärme abführt und bei hohen Temperaturen viel Wärme (z.B. eine im wesentlichen Wärmestrahlung basierende Wärmeabfuhr). Möglich ist aber auch alternativ oder additiv, die Wärmeabfuhr durch zusätzliche Maßnahmen zu steuern oder zu regeln.

10

15

20

25

30

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird aus dem Abgasstrom vor oder nach einem ersten Katalysator zumindest ein Teil der im Abgasstrom enthaltenen Wärmeenergie als Wärmestrom abgeführt. Der Anteil der Energie, welcher als Wärmestrom vor dem NOx-Speicher abgeführt wird, richtet sich dabei nach den Temperaturgrenzen von ca. 150°C bis 500 °C der üblichen Funktion bzw. der maximalen Temperatur von 800°C des NOx-Speichers.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Beispiel wird der Abgasstrom zweistufig abgeführt. Das zweistufige Abführen des Wärmestromes kann dabei durch zwei hintereinander vor dem NOx-Speicher angeordnete Wärmeübertrager oder durch jeweils einen Wärmeübertrager vor dem ersten Katalysator und zwischen dem ersten Katalysator und dem NOx-Speicher erfolgen. Insbesondere bei Abführen eines Wärmestroms unmittelbar hinter der Verbrennungskraftmaschine kann insbesondere bei hoher Last der Verbrennungskraftmaschine die Austrittstemperatur des Abgases auch hinter dem ersten Katalysator, welcher vor dem NOx-Speicher angeordnet ist, zielgerichtet abgesenkt werden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung werden im NOx-Speicher sowohl NOx adsorbiert, als auch eine katalytische Oxidation durchgeführt. Es ist jedoch auch möglich, daß im NOx-Speicher zunächst lediglich NOx adsorbiert wird und die beispielsweise zur Regenerierung des NOx-Speichers erforderlichen, unter Umständen zusätzlich in den Abgasstrang eingebrachten unverbrannten Kohlenwasserstoffe außerhalb stromabwärts von dem NOx-Speicher in einem zweiten Katalysator oxidiert werden.

Vorzugsweise liegt der durch den Wärmeübertrager abzuführende Wärmestrom im Bereich von 5 kW bis 50 kW.

Bei einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasturbolader wird im allgemeinen ohnehin überschüssige Luft aus dem Turbolader abgeblasen. Daher kann diese Luft besonders vorteilhaft zur Zwangskühlung des Abgass-
tranges eingesetzt werden.

5

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel wird der Wärmestrom in Ab-
hängigkeit von der Last der Verbrennungskraftmaschine geregelt abgeführt.
Als Regelgröße dient dabei der Temperaturbereich des NO_x-Speichers, in
welchem dieser nicht nur zuverlässig NO_x adsorbiert sondern auch schadens-
frei arbeitet, d.h. thermisch nicht überlastet wird. Die Regelung der ab-
10 zuführenden Wärmemenge im Betriebstemperaturbereich des NO_x-Speichers
von ca. 150°C bis ca. 500°C kann dabei in an sich bekannter Weise durch
Ermittlung der jeweiligen Betriebstemperatur mittels entsprechender Thermo-
elemente geregelt werden, auf deren Basis z. B. die Menge an Kühlmittel
15 geregelt wird, mittels welchem der Wärmestrom abgeführt wird. In jedem
Fall soll die Überschreitung der Maximaltemperatur von 800 °C durch
Erhöhung der Wärmeabfuhr vermieden werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung, der auch unabhängig von der
20 im späteren Betrieb erfolgenden Regelung der Temperatur des NO_x-Speichers
zum Tragen kommen kann, wird die Verbrennungskraftmaschine beim
Kaltstart so lange bei einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis von $\lambda \leq 1$
betrieben, bis der NO_x-Speicher seine minimale Betriebstemperatur von ca.
150°C erreicht hat. Indem nämlich die Verbrennungskraftmaschine im fetten,
25 zumindest jedoch im stöchiometrischen Betriebsbereich betrieben wird,
werden im Abgas ausreichend unverbrannte Kohlenwasserstoffe vorhanden
sein, welche der raschen Erhöhung der Betriebstemperatur des dem NO_x-
Speicher vorgeschalteten ersten Katalysators dienen. Durch das rasche Hoch-
fahren der Betriebstemperatur des ersten Katalysators wird wiederum die
30 Betriebstemperatur des NO_x-Speichers von zumindest ca. 150°C relativ rasch

erreicht. Vorzugsweise speichert der NOx-Speicher NOx und oxidiert unverbrannte Kohlenwasserstoffe.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung weist die Abgaskatalysatoranlage
5 zur Durchführung des Verfahrens, welche insbesondere für Diesel- oder
Magermotoren eingesetzt wird, zumindest jeweils einen in einem Abgasstrang
angeordneten ersten Katalysator und einen NOx-Speicher auf. Gemäß der
Erfindung ist vor dem NOx-Speicher zumindest ein Wärmeübertrager im
Abgasstrang angeordnet, wobei mittels des Wärmeübertragers ein Wärme-
10 strom in Abhängigkeit von dem jeweiligen Betriebszustand der Verbrennungs-
kraftmaschine abgeführt wird.

Vorzugsweise sind der NOx-Speicher zwischen einem ersten Katalysator und
einem zweiten Katalysator und der Wärmeübertrager zwischen dem ersten
15 Katalysator und dem NOx-Speicher angeordnet. Mittels eines zwischen dem
ersten Katalysator und dem NOx-Speicher angeordneten Wärmeübertragers
kann insbesondere vermieden werden, daß der NOx-Speicher eine über die
Grenztemperatur von ca. 800°C hinausgehende thermische Belastung erfährt.

20 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist zwischen der Verbrennungs-
kraftmaschine und dem ersten Katalysator ein zusätzlicher Wärmeübertrager
angedordnet. Das Abführen eines Wärmestroms aus dem Abgassystem vor
dem NOx-Speicher kann damit flexibler durchgeführt werden. Dadurch wird
eine zweistufige Wärmeabfuhr realisiert, wenn sowohl zwischen der Ver-
25 brennungskraftmaschine und dem Katalysator als auch zwischen dem Kataly-
sator und dem NOx-Speicher jeweils ein Wärmeübertrager angeordnet ist.
Die Flexibilität ist etwas geringer, wenn lediglich ein Wärmeübertrager vor
dem NOx-Speicher zwischen der Verbrennungskraftmaschine und dem Kataly-
sator angeordnet ist. In jedem Falle einer solchen Konfiguration kann die
30 Temperatur des Katalysators jedoch so reduziert werden, daß der NOx-

Speicher thermisch nicht überlastet wird, d.h. seine Temperatur unterhalb von 800°C gehalten wird. Dabei können jedoch unter Umständen, insbesondere bei höherer Last der Verbrennungskraftmaschine, nicht mehr alle unverbrannten Kohlenwasserstoffe ausreichend oxidiert werden, so daß es erforderlich sein kann, einen entsprechend wirksamen weiteren Dreiwege-Katalysator
5 in Strömungsrichtung hinter dem NOx-Speicher vorzusehen.

Gemäß noch einem weiteren Ausführungsbeispiel sind sowohl der ersten Katalysator als auch der zweite Katalysator jeweils als Dreiwege-Katalysatoren
10 ausgebildet. Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist es jedoch auch möglich, daß der NOx-Speicher und der zweite Katalysator in einer Einheit integriert sind. Dies ist beispielsweise dadurch realisierbar, daß der NOx-Speicher eine Dreiwege-Beschichtung aufweist. In einem solchen Fall adsorbiert der NOx-Speicher einerseits NOx und wirkt andererseits als
15 Oxidationskatalysator, wobei adsorbiertes NOx direkt mit Kohlenwasserstoffen umgesetzt wird.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel liegt die Kühlleistung der im Abgasstrang vorgesehenen Wärmeübertrager im Bereich von 5 kW bis 50
20 kW. Um vor allen Dingen höhere Kühlleistungen zu erreichen, sind hoch-effektive Wärmeübertrager erforderlich. Beispielsweise ist gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung der Wärmeübertrager als Gegenstromwärmeübertrager ausgebildet. Vorzugsweise ist dieser Gegenstromwärmeübertrager als doppelwandiges Rohr oder als Rippenrohr ausgebildet. In
25 seinem Innern ist er von Abgas durchströmt, und in der Hülle, welche durch die Doppelwandstruktur gebildet ist, strömt entgegen der Strömungsrichtung des Abgases das Kühlmittel. Vorzugsweise ist das Kühlmittel Wasser oder Luft, welches als Zwangsströmung durch den Wärmeübertrager strömt. Es sei aber darauf hingewiesen, daß auch schon einfache Rippenroh-
30 re zwischen den einzelnen Komponenten oder sogar gut im Luftstrom eines

fahrenden Fahrzeuges gekühlte geeignet dimensionierte Leitungen als erfindungsgemäße Wärmeübertrager dienen können.

Besonders vorteilhaft ist es auch, abgeblasene Luft eines Abgasturboladers
5 zur Zwangskühlung des Abgasstranges einzusetzen.

Bei typischen Anwendungen ist der NOx-Speicher durch kurzzeitige Zugaben von Kohlenwasserstoffen in das Abgas regenerierbar. Das bedeutet, daß das gespeicherte NOx durch im NOx-Speicher stattfindende Oxidation unverbrannter Kohlenwasserstoffe als Sauerstofflieferant dient und somit aus dem NOx-Speicher Stickstoff, Wasser und CO₂ austreten. Nachdem auf diese Weise das NOx aus dem NOx-Speicher "ausgetrieben" worden ist, weist der NOx-Speicher wieder seine ursprüngliche Adsorptionskapazität für im Abgas von der Verbrennungskraftmaschine zugeführtes NOx auf. Damit eine zur Rege-
10 generation vorgesehene Menge an Kohlenwasserstoffen auch den NOx-Speicher erreicht ist es günstig, wenn der erste Katalysator nur eine geringe Speicherfähigkeit für Sauerstoff aufweist, damit nicht schon dort die Kohlenwasserstoffe oxidiert und damit quasi verschwendet werden.

20 Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert erläutert, wobei:

Fig.1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Abgasreinigungsanlage gemäß
25 der Erfindung zeigt; und

Fig.2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Abgasreinigungsanlage gemäß der Erfindung zeigt.

In Figur 1 ist in prinzipieller Darstellung eine Abgasreinigungsanlage gemäß der Erfindung dargestellt. Von der Verbrennungskraftmaschine 1 gelangt das Abgas in einen Abgasstrang 5, in welcher ein ersten Katalysator 2 und ein zweiter Katalysator 6 angeordnet sind. Zwischen beiden Katalysatoren 2, 6 ist ein NOx-Speicher 4 angeordnet. Zwischen dem ersten Katalysator 2 und dem NOx-Speicher 4 ist ein Wärmeübertrager 3 im Abgasstrang 5 angeordnet. Bei dem von der Verbrennungskraftmaschine 1 über den Abgasstrang 5 zu dem ersten Katalysator 2 gelangenden Abgas findet, nachdem der ersten Katalysator 2 seine Betriebstemperatur erreicht hat, was beispielsweise durch eine zusätzlich angebrachte (nicht dargestellte) Heizeinrichtung erfolgen kann, in einer exothermen Reaktion die Oxidation unverbrannter Kohlenwasserstoffe sowie von Kohlenmonoxid statt. Durch die in dem ersten Katalysator 2 ablaufende exotherme Reaktion wird dem Abgaström Energie zugeführt, so daß dessen Temperatur ansteigt. Bei hoher Last der Verbrennungskraftmaschine treten am stromabwärtigen Ausgang des ersten Katalysators 2 Betriebstemperaturen von ca. 1.000°C oder mehr auf. Da die maximale Temperatur des nach dem ersten Katalysator 2 in der Abgasleitung angeordneten NOx-Speichers 4 bei ca. 800 °C liegt und seine Funktionsfähigkeit im Bereich von ca. 150°C bis ca. 500 °C liegt, würde ein Abgaström mit einer derartig hohen Temperatur zu einer frühzeitigen Zerstörung des NOx-Speichers 4 bzw. zu mangelhafter Funktion führen mit der Folge, daß der Abgaström nicht von dem umweltschädlichen NOx befreit werden könnte. Aus diesem Grunde ist zwischen dem ersten Katalysator 2 und dem NOx-Speicher 4 ein Wärmeübertrager 3 vorgesehen, mittels welchem insbesondere bei hoher Last der Verbrennungskraftmaschine eine lastabhängige Abfuhr des Wärmestromes W realisierbar ist. Grundsätzlich kann ein solcher Wärmeübertrager auch schon vor dem ersten Katalysator 2 liegen, sofern dies für das Kaltstartverhalten keine Nachteile bringt.

Je nach im ersten Katalysator 2 durch die exotherme Reaktion freigesetzter und im Abgasstrom enthaltener Wärmeenergie und damit je nach Temperatur des den ersten Katalysator 2 verlassenden Abgasstromes erfolgt eine geregelte Abfuhr des Wärmestromes W, damit gewährleistet ist, daß die Temperatur des NOx-Speichers im gewünschten Bereich bleibt. Die aus dem Abgasstrom entnommene Wärmeenergie kann im Fahrzeug für Heizzwecke oder ähnliches eingesetzt werden. Da bei entsprechend hohen Betriebstemperaturen der erste Katalysator 2 bereits mit einem relativ hohen Prozentsatz die im Abgasstrom enthaltenen unverbrannten Kohlenwasserstoffe sowie das darin enthaltene Kohlenmonoxid oxidiert, liegen in der Regel nicht mehr ausreichende Mengen an unverbrannten Kohlenwasserstoffen vor zur Reaktion mit dem in dem NOx-Speicher 4 gespeicherten NOx. Daher ist es, und zwar je nach Betriebsbedingungen, erforderlich, in Intervallen zusätzlich unverbrannte Kohlenwasserstoffe in den Abgasstrang 5 vor dem NOx-Speicher 4 einzuspritzen. Um zu gewährleisten, daß bei allen Betriebsbedingungen eine möglichst vollständige Reinigung des Abgases erfolgt, ist hinter dem NOx-Speicher 4 noch ein zweiter Katalysator 6 vorgesehen, welcher auch die zusätzlich eingebrachten unverbrannten Kohlenwasserstoffe oxidiert und damit ein im wesentlichen gereinigtes Abgas liefert.

20

In Figur 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Abgaskatalysatoranlage gemäß der Erfindung dargestellt. Bei dieser Abgaskatalysatoranlage wird der Abgasstrom von der Verbrennungskraftmaschine 1 in die Abgasleitung 5 geleitet, in welcher zwei Wärmeübertrager 3, 8, ein erster Katalysator 2 und ein mit einer Dreiwege-Katalysator-Beschichtung versehener NOx-Speicher 7 angeordnet sind. Entsprechend dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 ist wiederum ein erster Wärmeübertrager 3 zwischen dem Katalysator 2 und dem NOx-Speicher 7 angeordnet. Mit diesem Wärmeübertrager 3 ist es möglich, entsprechend der jeweiligen Betriebslast bzw. dem jeweiligen Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine 1 einen definierten Wärme-

30

strom W2 aus dem Abgasstrom abzuführen. Zusätzlich ist zwischen der Verbrennungskraftmaschine 1 und dem Katalysator 2 ein weiterer Wärmeübertrager 8 vorgesehen, mittels welchem ein zusätzlicher Wärmestrom W1 aus dem Abgasstrom abführbar ist. Das führt jedoch dazu, das die Eingangstemperatur des Katalysators 2 zurückgeht, wodurch ggf. auch die dort ablaufende exotherme Reaktion verlangsamt wird. Dadurch ist dessen Temperatur am Austritt aus dem Katalysator 2 geringer als im Fall des Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1. Bei einem Betriebsfall, bei welchem beide Wärmeübertrager 3, 8 in Betrieb sind, ist daher der im Wärmeübertrager 3 abzuführende Wärmestrom W2 geringer als bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1. In jedem Fall dienen die Wärmeübertrager 3, 8 der Reduzierung der maximalen Temperatur des Abgasstromes beim Eintritt in den NOx-Speicher 7, um zu gewährleisten, daß dessen vorgebbarer Temperaturbereich eingehalten wird.

Da bei reduzierter exothermer Reaktion im Katalysator 2 unverbrannte Kohlenwasserstoffe unter Umständen nicht vollständig mit im NOx-Speicher 7 gespeichertem NOx reagieren und den NOx-Speicher 7 unverbrannt verlassen können, ist der NOx-Speicher 7 als eine integrale Einheit mit einer Dreizeige-Katalysator-Beschichtung versehen. Diese Dreizeige-Katalysator-Beschichtung wirkt wie ein Hauptkatalysator 6 gemäß Figur 1, jedoch mit dem Vorteil, daß weniger separate Teile der Abgasreinigungsanlage erforderlich sind.

Bei Vorsehen von zwei Wärmeübertragern 3, 8 ist die Flexibilität bzgl. der Anpassung des abzuführenden Wärmestroms entsprechend des Betriebszustandes der Verbrennungskraftmaschine im Vergleich zu einem Ausführungsbeispiel mit nur einem Wärmeübertrager 3 gemäß Figur 1 deutlich verbessert.

Wie in Fig. 2 angedeutet, kann der Abgasstrang 5 auch einen Abgasturbolader 9 hinter der Verbrennungskraftmaschine 1 enthalten. Das Abgas treibt diesen Turbolader 9 an, so daß dort Umgebungsluft komprimiert und zur Verbrennungskraftmaschine 1 geführt wird. Überschüssige Luft wird dabei
5 üblicherweise abgeblasen, so daß diese erfindungsgemäß vorteilhafterweise zur Zwangskühlung des Abgasstranges 5, z. B. im Gegenstrom im zusätzlichen Wärmetauscher 8 genutzt werden kann.

Insgesamt erlaubt die vorliegende Erfindung eine einfache und effektive
10 Einhaltung eines vorgebbaren Temperaturbereichs im NO_x-Speicher einer Abgasanlage, wodurch die Qualität der Abgasreinigung unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen sichergestellt werden kann.

Emitec Gesellschaft für
Emissionstechnologie mbH

22. Oktober 1997
E40559 KA/Le/uj1

Audi AG

5

Bezugszeichenliste:

- | | | |
|----|----|---|
| 10 | 1 | Verbrennungskraftmaschine |
| | 2 | Erster Katalysator |
| | 3 | Wärmeübertrager |
| | 4 | NOx-Speicher |
| | 5 | Abgasstrang |
| 15 | 6 | Zweiter Katalysator |
| | 7 | NOx-Speicher mit katalytisch aktiver Beschichtung |
| | 8 | Wärmeübertrager |
| | 9 | Abgasturbolader |
| 20 | W | Wärmestrom |
| | W1 | erster Wärmestrom |
| | W2 | zweiter Wärmestrom |

Emitec Gesellschaft für
Emissionstechnologie mbH

22. Oktober 1997
E40559 KA/Le/uj1

Audi AG

5

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Regelung des Temperaturbereiches eines NOx-Speichers
10 (4; 7) zum Reinigen eines in einem Abgasstrang (5) geführten Abgas-
stromes einer Verbrennungskraftmaschine (1), bei welchem aus dem
Abgasstrom vor dem NOx-Speicher (4) in Abhängigkeit vom Betriebs-
zustand der Verbrennungskraftmaschine (1) ein solcher Wärmestrom (W;
W1, W2) abgeführt wird, daß eine maximale Belastungstemperatur des
15 NOx-Speichers (4; 7) sicher nicht überschritten und/oder ein vorgebb-
arer Temperaturbereich im wesentlichen eingehalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem aus dem Abgasstrom vor
und/oder nach einem ersten Katalysator (2) zumindest ein Teil der im
20 Abgas enthaltenen Wärmeenergie als Wärmestrom (W) abgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem aus dem Abgasstrom
der Wärmestrom (W1,W2) zweistufig abgeführt wird.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, bei welchem aus dem Abgasstrom vor und
nach dem ersten Katalysator (2) der Wärmestrom (W1, W2) abgeführt
wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der
30 NOx-Speicher (4; 7) NOx speichert und als Oxidationkatalysator wirkt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem der abgeführte Wärmestrom (W ; W_1 , W_2) 5 kW bis 50 kW beträgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem
5 abgeblasene Luft eines der Verbrennungskraftmaschine (1) zugeordneten Abgasturboladers (9) zur Zwangskühlung des Abgasstranges (5) vor dem NOx-Speicher genutzt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der
10 Wärmestrom (W ; W_1 , W_2) geregelt abgeführt wird, wobei als Regelgröße in Abhängigkeit von der Last der Verbrennungskraftmaschine (1) ein vorgebbare Bereich der Temperatur des NOx-Speichers (4; 7) verwendet wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem ein vorgebbare Bereich der Temperatur des NOx-Speichers (4;7) durch eine untere Temperatur von etwa 150 °C und eine obere Temperatur von 700 °C, vorzugsweise 500 °C, gebildet ist.
- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei welchem die Verbrennungskraftmaschine (1) bei einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis $\lambda \leq 1$ betrieben wird, bis der NOx-Speicher (4; 7) seine minimale Betriebstemperatur von etwa 150 °C erreicht hat.
- 25 11. Verfahren zur Regelung des Temperaturbereiches eines NOx-Speichers (4; 7) zum Reinigen eines Abgasstromes einer Verbrennungskraftmaschine (1), bei welchem die Verbrennungskraftmaschine (1) zumindest so lange bei einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis $\lambda \leq 1$ betrieben wird, bis der NOx-Speicher (4; 7) seine minimale Betriebstemperatur
30 erreicht hat.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei welchem die minimale Betriebstemperatur 150 °C beträgt.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, bei welchem der NOx-Speicher
5 (4; 7) NOx speichert und als Oxidationskatalysator wirkt.
14. Abgaskatalysatoranlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, insbesondere für Diesel- oder Magermotoren, mit
10 zumindest jeweils einem in einem Abgasstrang (5) angeordneten ersten Katalysator (2) und NOx-Speicher (4; 7),
dadurch gekennzeichnet, daß vor dem NOx-Speicher (4; 7) zumindest ein Wärmeübertrager (3; 8) im Abgasstrang angeordnet ist.
15. Abgaskatalysatoranlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß
15 der NOx-Speicher (4; 7) zwischen einem ersten Katalysator (2) und einem zweiten Katalysator (6) und der Wärmeübertrager (3) vor dem ersten Katalysator (2) oder zwischen dem ersten Katalysator (2) und dem NOx-Speicher (4; 7) angeordnet ist.
- 20 16. Abgaskatalysatoranlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher Wärmeübertrager (8) zwischen der Verbrennungskraftmaschine (1) und dem ersten Katalysator (2) angeordnet ist.
- 25 17. Abgaskatalysatoranlage nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Katalysator (2) und der zweite Katalysator (6) jeweils als Drei-Wege-Katalysatoren ausgebildet sind, wobei der erste Katalysator (2) vorzugsweise eine sehr geringe Sauerstoffspeicherfähigkeit aufweist.

18. Abgaskatalysatoranlage nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der NOx-Speicher (4; 7) und der zweite Katalysator (6) in einer Einheit integriert sind.
- 5 19. Abgaskatalysatoranlage nach einem der Ansprüche 14 - 18, dadurch gekennzeichnet, daß der NOx-Speicher (4; 7) eine katalytische Drei-Wege-Beschichtung aufweist.
- 10 20. Abgaskatalysatoranlage nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeübertrager (3; 8) eine Kühlleistung von 5 kW bis 50 kW aufweist.
- 15 21. Abgaskatalysatoranlage nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeübertrager (3; 8) als Gegenstromwärmeübertrager ausgebildet ist.
- 20 22. Abgaskatalysatoranlage nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeübertrager (3; 8) als doppelwandiges Rohr ausgebildet ist, welches in seinem Inneren von Abgas und in der durch die Doppelwand gebildeten Hülle von Kühlmittel durchströmt ist.
- 25 23. Abgaskatalysatoranlage nach einem der Ansprüche 14 - 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeübertrager (3; 8) ein als Rippenrohr ausgebildetes Stück des Abgasstranges (5) ist, welches von Kühlmittel umströmt ist.
- 30 24. Abgaskatalysatoranlage nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel Wasser oder Luft ist und als Zwangsströmung durch den Wärmeübertrager (3; 8) strömt.

25. Abgaskatalysatoranlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß abgeblasene Luft eines der Verbrennungskraftmaschine (1) zugeordneten Abgasturboladers (9) durch den Wärmeübertrager (3; 8) strömt.

Emitec Gesellschaft für
Emissionstechnologie mbH

22. Oktober 1997
E40559 KA/Le/uj1

Audi AG

5

Zusammenfassung

10 Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Temperatur
eines NOx-Speichers (7) zum Reinigen eines Abgasstromes einer Verbren-
nungskraftmaschine (1) beschrieben, welches bzw. welche insbesondere für
Diesel- oder Magermotoren einsetzbar ist und bei welchem bzw. bei welcher
aus dem Abgasstrom in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Verbrennungs-
15 kraftmaschine (1) vor dem in dem Abgasstrang (5) vorgesehenen NOx-
Speicher (7) ein solcher Wärmestrom (W1, W2) abgeführt wird, daß eine
maximale Temperatur des NOx-Speichers nicht überschritten wird und ins-
besondere ein vorgebbarer Temperaturbereich eingehalten wird. Zum Errei-
chen einer minimalen Betriebstemperatur des NOx-Speichers wird die Ver-
20 brennungskraftmaschine (1) zumindest so lange bei einem Luft-Kraftstoff-
Verhältnis $\lambda \leq 1$ betrieben, bis diese minimale Betriebstemperatur erreicht
ist.

25 Fig. 2

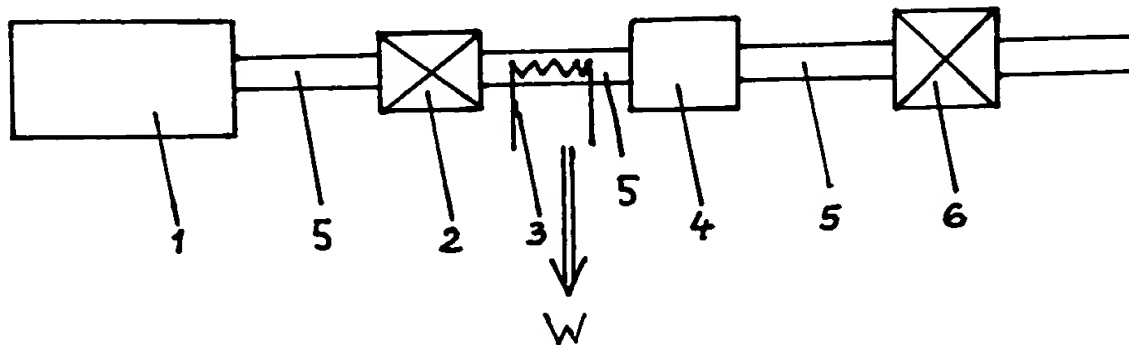


Fig. 1

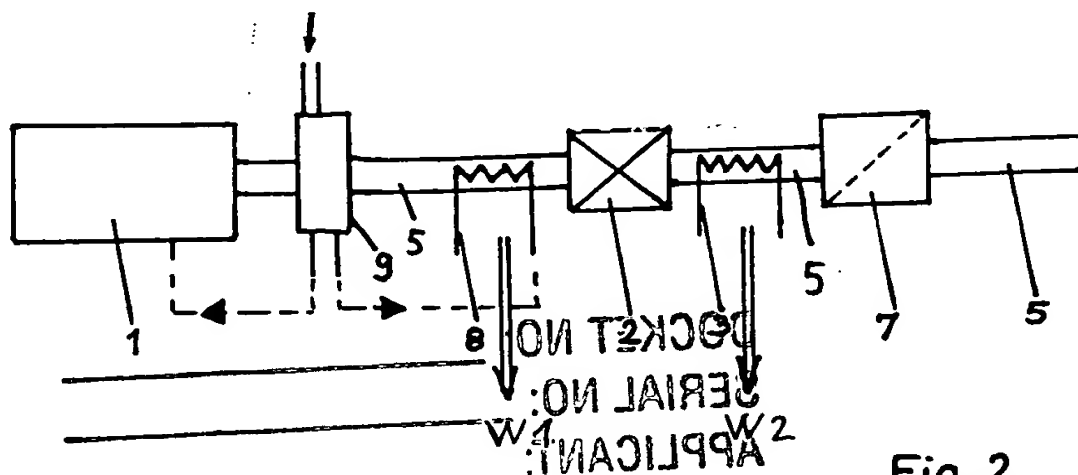


Fig. 2

LERNER AND GREENBERG P.C.
 P.O. BOX 5480
 HOLLYWOOD, FLORIDA 33025
 TEL. (954) 952-1100

APPLICANT:
 SERIAL NO:
 DOCKET NO: